

*Е.В. МАЗУР*, зав. сектором, УкрНИИМЖ НААН, Харьков

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ МАСЛИЧНОГО МАТЕРИАЛА**

У статті надані результати дослідження впливу технологічних аспектів (температури, вологості, тиску та конструктивних особливостей гранулюючого пристрою) на створення капілярно-пористої структури олійного матеріалу в процесі пресування.

В статье представлены результаты исследований влияния технологических аспектов (температуры, влажности, давления и конструктивных особенностей гранулирующего устройства) на создание капиллярно-пористой структуры масличного материала в процессе прессования.

In the article the results of researches of influence of technological aspects (temperature, humidity, pressure and structural features of granulating device) are presented on creation of capillary-poromeric structure of oil-bearing material in the process of pressing.

При жесткой рыночной конкуренции маслоэкстракционные заводы стремятся минимизировать потери масла и растворителя со шротом. В современных условиях прессование как способ извлечения масла из семян чаще является предварительной операцией перед экстракцией.

Целью процесса экстракции является максимальное извлечение масла, оставшегося в порах жмыха после механического отжима.

Структура порового пространства материала оказывает решающее влияние на такие функциональные свойства твердых пористых тел, как адсорбционная способность, диффузионная проницаемость, фильтрующие свойства и т.д. Знание параметров пористой структуры необходимо для анализа процессов массопереноса.

Эффективность процесса экстракции в целом определяет диффузионный путь – молекулярная диффузия изнутри частицы материала к ее поверхности.

Следовательно, необходимо обеспечить хорошее проникновение растворителя между частицами и внутрь каждой частицы материала и обратную диффузию растворенного масла во внешний раствор.

Для этих целей следует стремиться к созданию оптимальной внешней и внутренней структуры материала, придавая ему структурно-механические свойства [1].

Структура экстрагируемых частиц (количество, характер и размер пор) существенно влияет на скорость и полноту извлечения масла.

Для получения высокопористого материала применяется процесс экструдирования при совмещении с процессом экспансии.

Подготовленное масляное сырье (сыпучий материал) через загрузочное отверстие поступает к шнеку пресса, который перемещает его вдоль корпуса.

Продукт внутри рабочей камеры движется по сложной траектории, при этом увеличивается степень сжатия.

При всестороннем сжатии под действием прилагаемого давления наблюдается два тесно связанных между собой процесса:

- отделение жидкой части – масла;
- соединение (сплавление) твердых частиц материала с образованием жмыха.

Соединение отдельных частиц масляного материала в гранулу жмыха происходит следующим образом: в начальный период прессования отдельные частицы сближаются благодаря уменьшению промежутков между ними, затем вступают в непосредственное соприкосновение и давят друг на друга.

Это приводит к деформации отдельных частиц и их соединению в местах разрыва масляных пленок.

Наступает период, когда масляный материал ведет себя не как сыпучее, а как целое пластичное тело.

Образовавшаяся масса перемещается шнеком к матрице и при определенном давлении выпрессовывается через ее отверстия.

Величина давления в значительной мере обусловлена сопротивлением отверстий матрицы и структурно-механическими свойствами масляного материала.

После выхода продукта из отверстий матрицы в результате резкого перепада температуры и давления (между зоной высокого давления и зоной атмосферного давления) происходит мгновенное испарение влаги, аккумулированная продуктом энергия высвобождается со скоростью примерно равной скорости взрыва, что приводит к образованию пористой структуры [2].

Доказано, что расширение продукта на выходе из отверстий матрицы непосредственно является следствием физических свойств воды [3].

При таких термических условиях (температура в экструдере может достигать 200 °С) и под большим давлением вода находится в жидкой фазе.

Когда пластифицированный жмых выходит из фильер и достигает атмо-

сферного давления, вода из состояния перегретой жидкости мгновенно превращается в пар, выделяя значительное количество энергии.

Под действием давления пара происходит преобразование структуры жмыха: разрыв клеточной ткани, образование пор и развитой удельной поверхности.

В качестве основных факторов, влияющих на образование капиллярно-пористой структуры жмыха, были выбраны следующие: влажность маслянистого материала, его температура перед матрицей, давление перед фильерой, конструкция отверстий гранулирующего устройства. Для оперативного контроля и изменения параметров были установлены следующие датчики:

- 3 датчика температуры на загрузке материала в экструдер, на выходе жмыха из фильеры и на выходе масла;
- датчик давления в последней камере перед фильерой;
- импульсный датчик определения частоты вращения шнековых валов.

Изменение скорости вращения шнековых валов осуществлялась с помощью тиристорного преобразователя частоты.

Для определения степени испарения влаги при перепаде давления на выходе жмыха из пресса было изготовлено приспособление в виде патрона, который вкручивается в одно из отверстий фильеры. Далее по стандартной методике определяется влажность жмыха, поступившего в патрон и влажность жмыха, выходящего через фильеру.

По разности результатов определялось количество испаренной влаги при переходе ее через фильеру, которая пошла на образование капиллярно-пористой структуры гранулированного жмыха.

Качество капиллярно-пористой структуры гранулированного жмыха определялось следующими показателями: диаметр гранул, удельная поверхность, открытая пористость, общая пористость, кажущаяся плотность, проницаемость.

Для исследования влияния параметров экструзии на пористость жмыха проводились эксперименты на пресс-экструдере ЭПЧ-75.

Базовым параметром при проведении экспериментов принималась влажность ядра, поступающего в пресс и ее изменение в ходе прессования за счет влияния давления и температуры внутри пресса, изменение конфигурации отверстий фильеры.

При этом давление регулировалось от 89 бар до 226 бар, за счет изменения скорости вращения шнекового вала.

Температура колебалась от 95 до 132 °С, за счет установки обогреваемых секций.

Для определения влияния конструкции отверстий гранулирующего устройства были изготовлены четыре вида фильер рисунок.

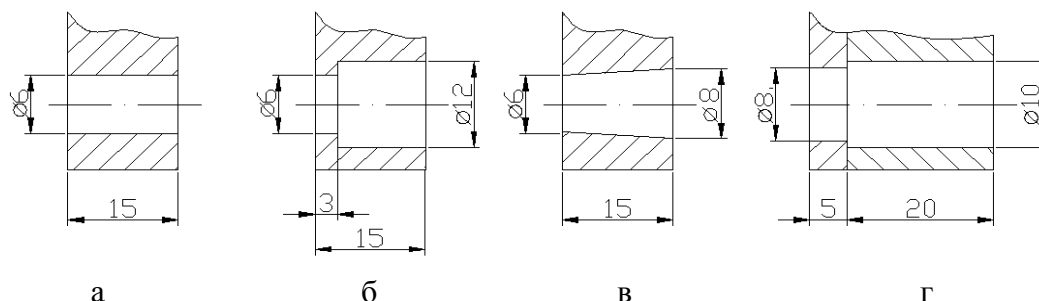


Рис. – Конструкции отверстий гранулирующего устройства

В первых двух опытах определялись параметры жмыха при постоянной температуре, во вторых двух опытах параметры жмыха определялись при постоянном давлении.

Все опыты проводились на фильере рисунок (а).

Результаты этих опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние технологических параметров на показатели  
капиллярно-пористой структуры жмыха

Наименование показателей	№ опыта			
	1	2	3	4
Влажность ядра начальная, %	8,12	8,12	8,12	8,12
Влажность мезги перед фильерой, %	7,68	7,52	7,6	6,18
Влажность жмыха, %	6,22	5,10	5,40	5,24
Давление, бар	89	226	158	158
Температура, °С	95	95	115	132
Диаметр гранул, мм	6,7	8,05	7,95	7,1
Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup>	1,119	0,798	0,810	0,873
Открытая пористость, %	19,63	36,29	34,86	29,08
Общая пористость, %	58,36	71,81	70,72	63,75
Проницаемость, см <sup>2</sup>	0,022	0,206	0,159	0,101
Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	94,9	214,2	113,7	105,4

За основу для определения конструктивных особенностей фильеры были определены параметры ведения технологического процесса прессования.

Они были в пределах проводимых испытаний в опыте 2 табл. 1.

Все результаты испытаний были сведены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние конструктивных особенностей гранулирующих насадок  
на показатели капиллярно-пористой структуры жмыха

Фильера	Диаметр гранул, мм	Открытая пористость, %	Общая пористость, %	Масличность жмыха, %
а	7,1	29,18	63,7	18,37
б	8,9	39,71	76,82	22,12
в	7,5	34,12	69,24	19,04
г	9,1	35,58	70,7	19,68

### Выводы.

Представленные в таблице 1 данные свидетельствуют о том, что давления  $158 \div 226$  бар и температуры  $95 \div 115$  °С вполне достаточно для того, чтобы влага, находящаяся в жмыхе, при выходе ее через фильеру мгновенно испарялась, что приводит к разрыву клеточной структуры жмыха и образованию высокопористой гранулы жмыха.

При повышении температуры происходит частичная денатурация белка, снижая его пластичность, большая часть влаги испаряется внутри шнекового тракта, снижаясь на 1,94 %, а оставшейся влаги 0,94 %, которая превращается в пар при переходе через фильеру не достаточно для взрыва клеточной структуры и образованию высокопористой гранулы жмыха.

При определении влияния конструкции отверстий гранулирующего устройства наихудшая пористость гранул наблюдается на фильере рисунок (а).

Это происходит из-за длинного пути прохождения гранул через фильеру – 15 мм.

При этом отсутствует эффект экспансии (взрыва) клеточной структуры жмыха за счет вскипания влаги при перепаде давлений, что приводит к получению более плотных гранул с меньшей пористостью.

Однако при выходе жмыха из пресса фильера создает повышенное сопротивление, увеличивая давление внутри пресса, что приводит к дополнительному съему масла.

Наилучшей пористостью обладают гранулы прошедшие через фильеру рисунок (б).

Здесь наблюдается интенсивный взрыв жмыха за счет мгновенного испарения влаги находящейся внутри материала в момент резкого перепада

температуры и давления (между зоной высокого давления и зоной атмосферного давления).

Это явление наблюдается из-за того, что длина пути прохождения через отверстия фильеры составляет всего 3 мм, но при этом резко увеличивается маслянисть жмыха, которое может быть снижено за счет уменьшения количества отверстий в фильере, что приведет к дополнительному сопротивлению жмыха на выходе из пресса, т.е. увеличению давления внутри пресса.

Конструкции фильер изображенных на рисунке (в и г) не дают полного эффекта взрыва из-за малой разности диаметров отверстий на входе и выходе из матриц.

**Список литературы:** 1. *Копейковский В.М.* Технология производства растительных масел / *В.М. Копейковский, С.И. Данильчук, Г.И. Гарбузова.* – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 416 с. 2. *Остриков А.Н.* Экструзия в пищевой технологии / *А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин.* – С.-Пб.: ГИОРД, 2004. – 288 с. 3. *Grebaut J.* Cuisson – extrusion des produits cereales // *Industries des cereales.* – 1984. – № 28. – Р. 7 – 12.

*Поступила в редколлегию 23.04.12*

УДК 666.972

**Е.В. КОНДРАЩЕНКО**, докт. техн. наук, проф., ХНАГХ, Харьков,  
**В.И. КОНДРАЩЕНКО**, докт. техн. наук, проф., МГУПС, Москва,  
**В.Д. КУДРЯВЦЕВА**, канд. техн. наук, доц., МГУПС, Москва,  
**Д.А. ГРЕБЕННИКОВ**, аспирант, МГУПС, Москва,  
**А.В. СЕМАК**, аспирант, МГУПС, Москва

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ РАСТВОРНЫХ И БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

В статті надано способи визначення пластичної міцності цементних систем різного ступеня рухливості та компонентами різного ступеня крупності. Наведені схеми розробленого для цього устаткування з описом принципу дії, основними технічними характеристиками та областю їх застосування

В статье приведены способы определения пластической прочности цементных систем разной степени подвижности и компонентами разной степени крупности. Показаны схемы разработанных приборов с описанием их принципа действия, основных технических характеристик и областью их применения